中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）33(2)：117～125（1984）

大豆植株之乾物質累積與分布[1]

王強生　曹文隆　劉大江[2]

摘要：本研究測定大豆重要生育期植株各部位（葉片、葉柄、莖桿、根、莢果壁與種子）乾重之變化情形，探討春、夏作大豆乾物質累積與分配之差異及與產量之關係。大豆植株自生育初期便逐漸累積乾物質，在營養生長期間，夏作營養器官乾重較高，當植株進入生殖生長期後，春作由於營養生長旺盛，反有較大的營養器官乾物累積。全株營養器官在 R4-R5，生殖器官在 R7 達最大乾物質累積量。夏作大豆之乾物質生產力較高，高雄 3 號與十石分別為 8,210 與 6,480 kg/ha，春作二品種分別僅有 6,340 與 4,130 kg/ha。

植株乾物質於各器官之累積與分配受生育期及期作間氣象因子之影響，主要差異出現於種子充實階段（R4 期後）。夏作乾物質分配效率較高，生殖器官（豆莢）所獲分配之乾物質較多，春作則反是，其營養器官反而有較大的乾物質分配比率。春、夏作氣象環境的極大差異影響農藝性狀表現，造成期作間植株的生理差異（包括乾物質生產力、營養生長與生殖生長之差異，種子充實速率及充實度等），進而影響最終產量，試驗結果建議乾物質生產力及植株內部乾物質分配效率是造成期作間產量差異的主要原因。

臺灣大豆可於春、夏及秋作栽培，然因大豆對環境因子之反應極為敏感，易受溫度，日照及其他氣象因子之影響而導致農藝性狀及產量之差異[3,4,5,16]。根據 1982年臺灣省農業統計年報，民國70年全省大豆單位面積產量以秋（裡）作最高，春作次之，夏作最低，然而臺中地區却以夏作最高，春作次之，秋作最低；曾與黃[1]於臺中地區試驗亦得相同結果。

造成作物產量差異的原因很多，除上述各種氣象因子外，Nelder[17] 指出作物產量直接或間接受生育期間各種農藝性狀表現之影響，當營養生長與生殖生長有最合理配合時方有最高產量。Brevedan *et al.*[7] 指出大豆於生殖生長早期有大量（43%—81%）落花與落莢或莢果不飽滿現象發生，因而認為由於多數積儲同時需求大量養分（包括光合產物及營養要素），競爭的結果造成供源不足。Tanaka[19] 也認為此時期的供源能力（source capacity）為大豆產量的主要限制因子之一。這些試驗結果均顯示大豆在生殖生長早期，植株營養生長和生殖生長呈不平衡現象，因此限制種子產量。

乾物質累積（dry matter accumulation）是作物進行乾物質生產（dry matter production）之淨所得，而乾物重是作物乾物質累積最直接的表現；本試驗的主要目的在測定大豆不同生育期植株各部位乾物重的變化趨向，以探討臺中地區春、夏二期作大豆乾物質之生產、累積與分配之差異及與產量之關係。

材料與方法

試驗採用本省現行推廣栽培大豆品種十石（Shih-Shih, SS）與高雄３號（Kaohsiung No. 3, KS-3）為材料。夏作係於民國70年８月３日，春作係於71年２月８日播種於臺中縣霧峰鄉臺灣省農

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1153 號。本報告為第一作者碩士論文之一部分。
2.本所農藝系約僱技術員、助理研究員與研究員兼系主任。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

業試驗所試驗田。播種時每穴播 3 — 4 粒種子，而後於V2-V3期[10] 第一次取樣時間拔，每穴留 2 株，行株距春作爲50×10cm，夏作爲45×10cm。肥料用量爲N：P_2O_5：K_2O＝24：50：70 kg/ha，以基肥方式一次施於田間。每一期作均進行中耕除草，包括培土一次，定期噴施農藥以防治雜草與病、蟲害，並視需要適時灌溉，所有田間管理均按一般慣行栽培法進行。

本試驗採用逢機完全區集設計（RCBD），小區面積爲6×3m，重複六次。大豆出土後自V3期開始，每隔 10 天左右取樣一次，每次取樣以移植鏝自每一小區逢機挖取 40 株，將其中15株之葉片自葉柄著生部位以剪刀剪下，擦拭乾淨後以葉面積定儀（LI-3000 leaf area meter, LI-COR company, U. S. A）測定葉面積，然後將 40 株樣品依生育期區分爲葉片、葉柄、莖桿、根、莢果壁及種子等六部位，置於送風乾燥箱以 80°C 烘乾 48 小時，而後秤取乾重，各部位乾重之總和爲全株乾物重，葉片、葉柄及莖桿乾重之和爲地上部營養器官（shoot）之乾重， 而生殖器官之乾重包括莢果壁及種子之乾重。產量係於 R8 期每小區逢機收穫 60 株大豆之豆莢，烘乾後剝取種子秤量之，以此 60 株種子乾重換算單株產量，並估計每公頃產量（kg/ha）。

結 果

本試驗中兩期作（70年夏作與71年春作）的氣象資料（圖 1），夏作大豆全生育期間溫度的變化係由生育初期之高溫轉變爲成熟期之低溫（26.5→17.6°C）， 而春作之變化則與夏作相反，全生育期間溫度逐漸升高（17.0→25.4°C）。 春、夏二期作每日日射量亦有明顯差異， 並與溫度略有相同趨勢；夏作由高日射量逐漸減少，而春作則反是。夏作大豆生育早期雨量較多，而種子充實期間幾無降雨，春作於全生育期間雨量充沛，且種子充實期間適逢梅雨季節，每日雨量高達13.4mm 由三個氣象因子之變化情形顯示春、夏作大豆分別生長在差異極大的氣象環境裡，因此各種農藝性狀之表現及最終產量均可能受到重大影響。

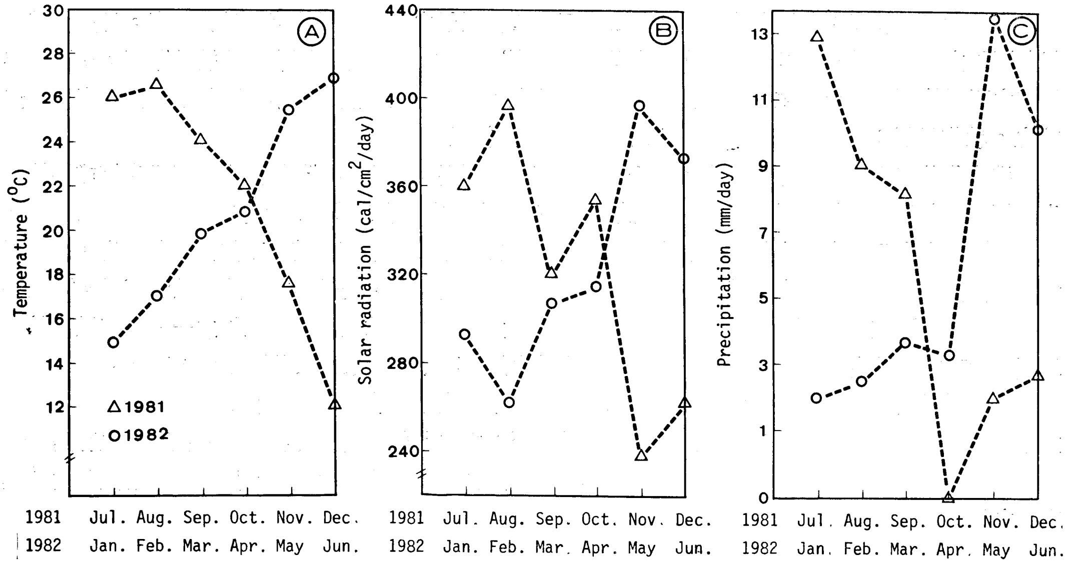

Fig. 1. Mean temperature (A), solar radiation (B) and precipitation (C) during the experimental period.

全生育期葉片乾重變化如圖 2A，高雄 3 號（KS-3）與十石（SS）二品種在不同期作表現不一致，高雄 3 號於夏作葉片生長迅速，R1 期已達最大乾重之一半，R4 期達最高峰，每株約 4.06 g，隨後因葉片老化、脫落而乾重逐漸減少，R8 期葉片已完全脫落；春作葉片早期生長較夏作緩慢，但R1-

R4 間乾重呈直線增加，並達最高值(4.55 g)，R6 期後葉片急速脫落，於R7期幾乎完全脫落。十石夏作葉片生長亦較迅速，R1-R4 期乾重增加最爲迅速，而後緩慢增加，R6期才達最大值 (3.15 g)，隨

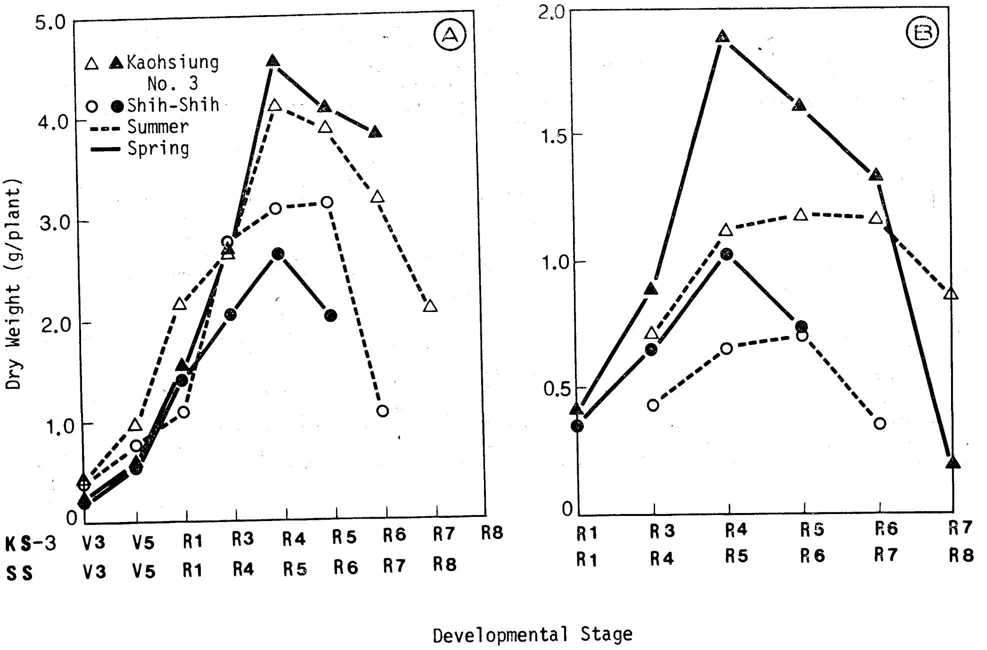

Fig. 2. Changes of dry weight of (A) leaf blade and (B) petiole of soybean plants at successive developmental stages in the summer (1981) and spring (1982) crop seasons.

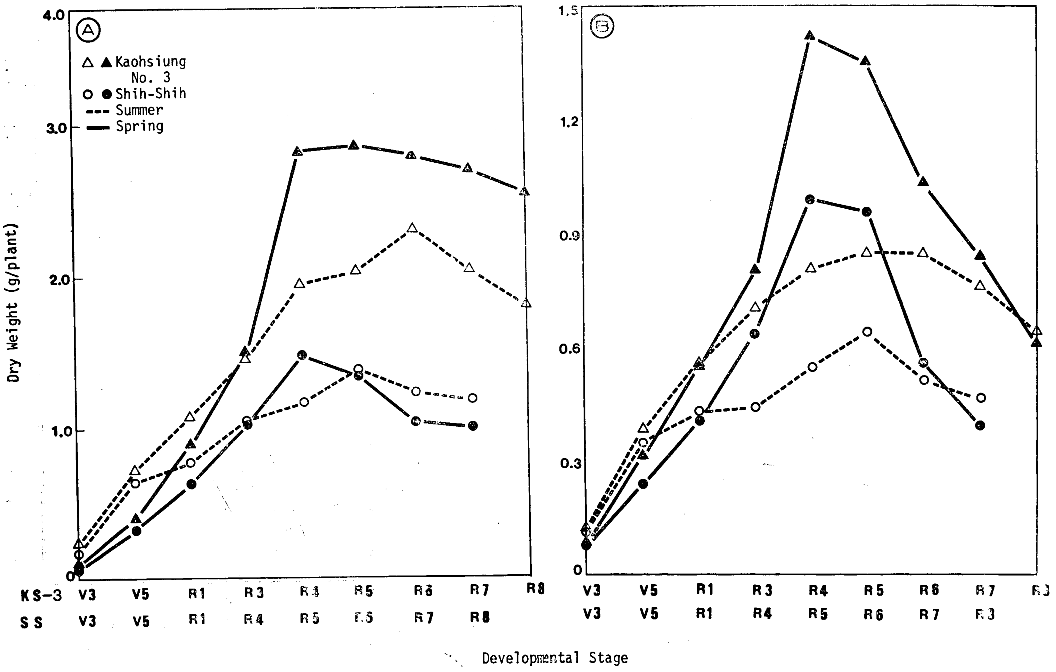

Fig. 3. Changes of dry weight of (A) stem and (B) root of soybean plants at successive developmental stages in the summer (1981) and spring (1982) crop seasons.

即迅速下降；春作之葉片乾重逐漸累積，於 R5 期達最大值（2.65 g）後葉片便開始脫落。二品種春作葉片老化、脫落皆較夏作早，且脫落較為迅速。

葉柄的乾物質累積在期作間有明顯差異(圖 2 B)，春作乾重迅速增加且迅速下降，高雄 3 號與十石分別於 R4 及 R5 期達最大乾重(1.89 g 與 1.02 g)。夏作乾物質累積迅速率較慢，葉柄脫落時期也較晚；同一品種春作葉柄乾重較夏作高出很多，就高雄 3 號之最大乾重而言，夏作僅有春作之62%。

兩品種莖桿乾物重自植株出土後，逐漸增加，達最大值後於成熟時略有減少現象（圖 3 A）。春作高雄 3 號有最大莖桿乾重，每株約達 2.83 g，而十石品種春、夏差異不大。

由圖 3 B 知根部乾物質的累積有明顯期作差異，夏作二品種乾物重平緩的增加，然後又緩慢下降，而春作根部乾重於 R1 期後迅速增加，高雄 3 號與十石分別於 R4 期及R5 期達最大乾重，皆較夏作為早，且又有較大乾重，然而在種子充實期春作乾重下降較快亦較早，收穫時夏作反有較大根重。

豆莢、莢果壁及種子乾重之變化示於圖 4 ，夏作二品種豆莢乾物質在R4-R6間呈直線累積且皆於 R7期達最大值，高雄 3 號與十石每株分別為12.5 g 及9.2 g；春作豆莢發育較為緩慢，乾物質累積量亦較夏作小，高雄 3 號及十石之最大乾重依次只有 8.3 g 與5.3 g，期作相差甚大（圖 4 A）。將豆莢區分為莢果壁（圖 4 B）與種子（圖 4 C）後發現，夏作豆莢自形成後莢果壁乾重迅速增加而達最大值，高雄 3 號於 R5期為 5.1 g，十石於 R6期為4.1 g，而後隨種子充實乾重迅速減少，十石品種

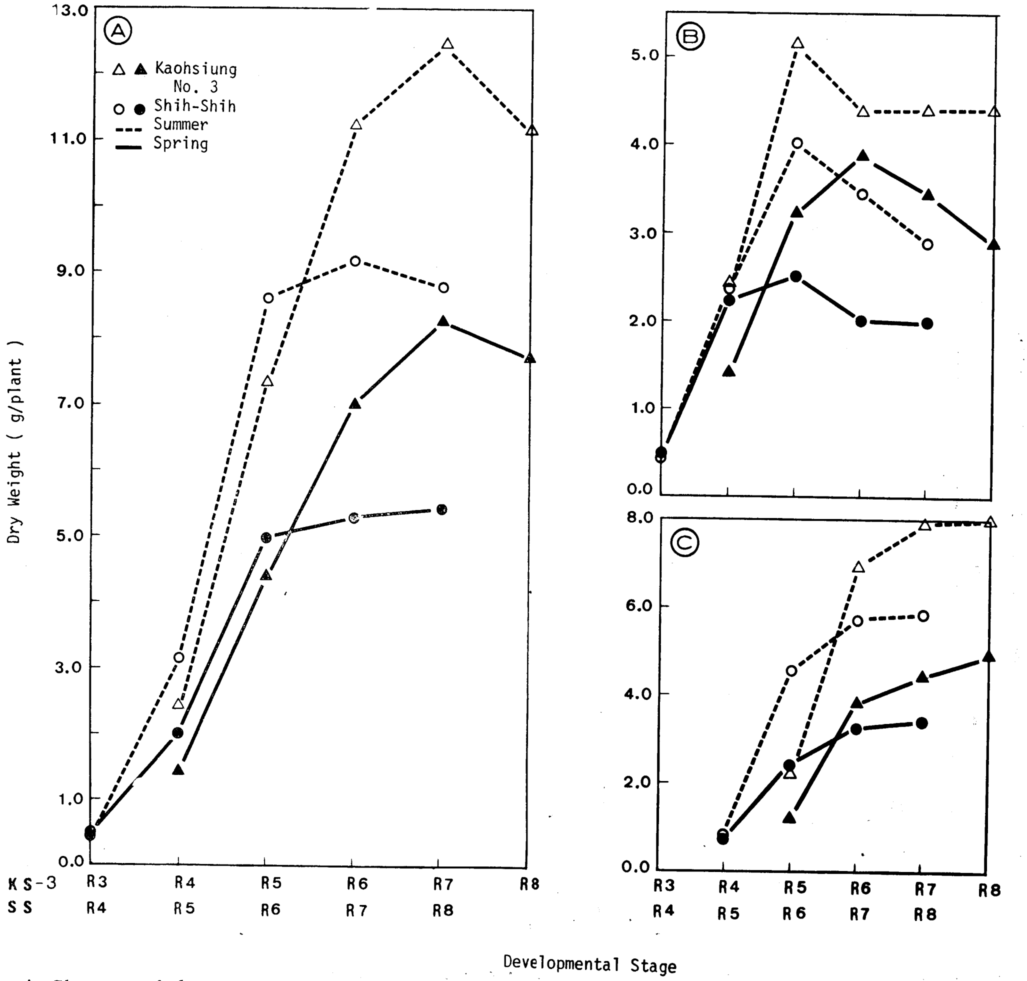

Fig. 4. Changes of dry weight of (A) pod (including seeds), (B) pod wall and (C) seed of soybean plants at different reproductive stages in the summer (1981) and spring (1982) crop seasons.

較為顯著，而高雄 3 號於末期略有回升。春作莢果壁乾物重增加之幅度較小，且其最大值出現較晚，高雄 3 號於R6期為3.9 g，十石於R6期為2.5 g，接近成熟時乾重亦有顯著下降。種子乾物重於R5-R6間增加最迅速，夏作增加幅度又較春作大，其中夏作高雄 3 號由 2.2 增至6.9 g，十石由0.8 增至4.6 g，春作高雄 3 號由1.2增至3.7g，十石由0.8增至2.8g。R7期夏作二品種已達最大乾重，而春作仍有持續增加之傾向。估計種子產量發現明顯的期作性差異，夏作高雄 3 號每公頃產量為 3,500 kg 十石為 2,570 kg，而春作分別只有 1,940 kg及 1,360 kg。

同一品種地上部營養器官總乾物質之累積模式於不同期作有相同趨勢(圖 5A)，夏作高雄 3 號在R1期前的乾物質累積量較春作高，但R3期後反以春作較高，兩期作皆在 R5期有最大的營養器官乾物重，且春作每公頃較夏作多 560 kg。反觀十石品種之春、夏作差異，不但不若高雄 3 號明顯，自 R5期後夏作反有較大乾物質累積。

全株總乾物重之變化趨勢，品種和期作之表現都很一致(圖 5B)；皆自出土後開始逐漸累積，且都在 R6 期達最大乾物重，而後因地上部營養器官的脫落而有下降現象。估計生育期內每公頃最大乾物質生產量發現高雄 3號於夏作為 8,210 kg，春作僅有 6,480 kg；而十石品種夏、春作分別為 6,340 kg與 4,130 kg，二品種期作間之差異依次為 1,730 kg與 2,210 kg，夏作乾重遠較春作高。

大豆不同器官佔全株總乾重之比率，一般而言，在 R4 期豆莢發育完成以前，葉片佔全株乾物質生產的大部份，其次為莖稈，根部所佔比率最小， R4 期後豆莢取代葉片成為乾物質生成量的主要累

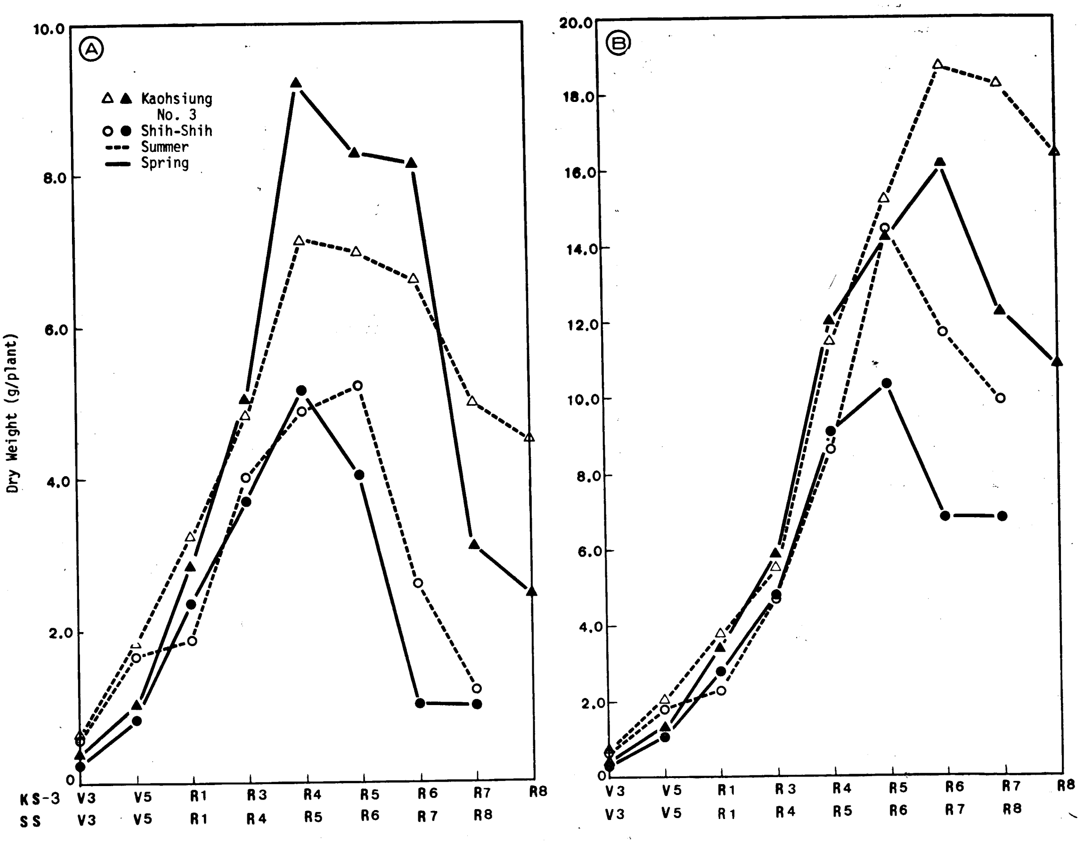

Fig. 5. Changes of dry weight of (A) shoot (excluding pods) and (B) whole plant of soybeans at different developmental stages in the summer (1981) and spring (1982) crop seasons.

積部位。全株最大乾物累積期(R6 期)營養器官及生殖器官所佔全株乾物質之分配比率示於表 1 ，春、夏作植株乾物質於營養器官及生殖器官之分配有明顯的差異；春作營養器官所佔全株乾物質之分配比率遠較夏作高，其中高雄 3 號春作爲 56.8%，而夏作僅佔 39.8%，十石品種春、夏作分別爲 50.3%及 40.6%。反之，夏作乾物質分配至生殖器官的比率均遠高於春作，二品種所佔比率皆高達 60%，而春作尚不及50%。若將豆莢細分爲莢果壁及種子，更可明顯發現，主要差異乃是在於乾物質至種子之分配比率。進一步比較收穫期種子乾重對莢果壁乾重之比率並用以估計種子充實度，得知高雄 3 號夏作爲 1.8，春作僅爲 1.6 ，而十石品種夏作和春作分別爲 2.0 及 1.6 ，顯示夏作大豆較春作有較高的種子充實度。

Table 1. Partition of dry matter at R6 stage (g/plant) among different organs of soybean varieties grown in the summer (1981) and spring (1982) crop seasons

Variety	Crop Season	Shoot	Root	Pod Wall	Seed	Total
Kaohsiung No. 3	Summer Spring	6.59(35.3%) 8.17(50.5%)	0.84(4.5%) 1.03(6.3%)	4.35(23.3%) 3.25(20.1%)	6.88(36.9%) 3.74(23.1%)	18.66(100.0%) 16.19(100.0%)
Shih-Shih	Summer Spring	5.21(36.1%) 4.03(40.7%)	0.64(4.5%) 0.96(9.6%)	4.01(27.8%) 2.50(25.3%)	4.56(31.6%) 2.42(24.4%)	14.42(100.0%) 9.91(100.0%)

討 論

夏作栽培之高雄 3 號大豆在R1期以前的營養生長較春作迅速，也有較多之乾物質累積，應爲夏作溫度較高所致。但R3以後春作由於溫度升高，營養生長旺盛，各部位之乾物質累積反超過夏作，以高雄 3 號營養器官乾物重最高之R4期爲例（圖5A），夏作爲 3,130 kg/ha，春作則高達 3,690 kg/ha，但上述營養生長的差異並無法直接表現於產量，夏作莢果之生長明顯優於春作，R7期莢果飽滿時之乾物重在夏作爲 5,490 kg/ha，春作僅有 3,310 kg/ha，差距甚大，曾與李[2] 指出春作大豆生殖生長時之營養生長亦旺盛，但爲時甚短且葉片迅速脫落，導致生殖生長與營養生長不平衡而影響產量。Tanner and Ahmed[20] 亦認爲大豆植株營養生長良好，植株高大且莖葉茂盛，却不一定會有較高的產量。十石品種各營養器官之乾物質累積對期作之反應不同，葉片乾重除 R1 外，皆以夏作較高，此一結果與高雄 3 號相反。葉柄乾物重累積與葉片相反， 以春作較高，可能因爲春作葉柄較夏作爲長所致 [1]。莖桿乾物重除 R4 期以春作略高外，其他各生育期均以夏作較高，根部以春作之生長較優勢，而有較多乾物質累積。比較二期作十石品種地上部營養器官乾物質累積（圖5A）知，於 R5期前二期作相差不大，但 R5 期後由於春作葉片與葉柄迅速脫落與莖桿及根部乾重減少之影響，夏作較春作有較多之乾物質，亦即自種子迅速充實期開始，夏作維持有較大的生長優勢。

由圖4 A知大豆莢果自形成後（R4）乾物重迅速增加，二品種在春、夏作乾物質累積趨勢相同，受期作影響非常小；亦即種子在R4-R6期間乾物質呈直線之累積，與 Hanway and Weber[13,14] 之結果相似，而 R6-R7之乾重增加緩慢，終達最大乾重；Fehr *et al.*[9], Gbikpi and Crookston[11] 與 Tekrony *et al*, [21] 認爲R7期爲大豆之生理成熟期。比較春、夏作莢果之乾物生成量發現高雄 3 號夏作爲 5,490 kg/ha，春作僅有 3,310 kg/ha，夏作高出 2,810 kg/ha；十石品種春、夏作莢果重分別爲 2,120 及 4,040 kg/ha，夏作較春作高 1,920 kg/ha。將莢果區分爲莢果壁及種子發現莢果壁自 R4期乾重迅速增加，俟達最高後隨即下降，而此一下降期適爲種子乾重迅速增加，Thorne[22] 與 Pearen and Hume[18] 指出此爲莢果壁乾物質再分佈至種子所致。莢果壁乾物重亦以夏作較高，二品種有相同結果。種子充實期乾物質累積之型式，於本試驗中無論期作或品種並無如 Gbikpi and Crookston [21] 發現的三個明顯時期，其中 lag phase 在本試驗並不明顯，可能主要與採樣時間間隔較長有關，另外可能臺灣的大豆生育期較短；莢果發育迅速(R1-R4期短)，使得lag phase不明顯。種子直線充

實期出現於 R5-R6 間，其長短爲決定產量最重要的因子[12]，而本試驗中此時期約僅11—14天，與Hanway and Weber[13]之25天相差甚大，可能爲本省大豆產量偏低之原因。此外本試驗發現 R6-R7間充實速率已緩慢，似乎爲第二次 lag phase，二期作中又以春作較明顯，可能亦會影響產量。R7-R8 爲持平期，以夏作較爲明顯，顯示夏作種子似乎已達最大乾物累積。比較R8期二期作種子乾重與莢果壁乾重之比例發現，高雄3號夏作爲1.8，春作爲1.6，十石品種夏、春作分別爲2.0及1.6均以夏作較高，顯示夏作種子有較大充實度，此項結果與中興大學糧食作物研究所郭寶錚之試驗結果（未發表）相吻合。比較收穫期（R8）種子產量，高雄3號夏作爲 3,560 kg/ha，春作僅有 1,940 kg/ha；十石品種夏、春作分別爲 2,570 及 1,360 kg/ha，夏作產量遠較春作高。由上述現象可知，春、夏作植株乾物質之分配有顯著的差異，其中尤以生殖生長期的生殖器官（果莢、種子）與營養器官（葉片、葉柄與莖桿）間分配的差異最大，春作乾物質分配至生殖器官之效率較差，種子乾物質之分配遠較夏作爲少，這可能是造成春、夏作產量差異的重要原因。

就全株總乾物質累積變化情形而言，兩品種於春、夏二作均於 R6 期達最大乾物累積，高雄3號夏作 8,210 kg/ha，春作爲 6,480 kg/ha，夏作高出 1,730 kg/ha，而十石品種於 R5 期後夏作因莢果的影響而有較大全乾物重，全生育期最大乾物生產量夏作爲 6,340 kg/ha，春作爲 4,130 kg/ha，夏作高2,210 kg/ha。由此顯示夏作有較大的生產力，Johnson and Major[15]指出種子產量和生物產量成正相關，因而認爲增加全乾物重可以增加種子產量。

由試驗結果發現，營養生長期全株各部位乾物重之分配皆以葉片所佔比率最大，於R1期(V7-V8期）可達45—50%，莖桿次之，介於23—34%之間，根部佔全乾重之比率最少，約在14.7—18.6%間，此一結果與Hanway and Weber[13]之報告略有出入（葉片 55%,葉柄 14%，莖桿 31%），可能因爲其全乾物重並不包括根重所致，如將本試驗結果改以氏等之方式（根重不計）表示，則所得之結果極爲相近；由此顯示大豆於營養生長期間，葉片爲乾物質的主要分配部位。

當植株進入生殖生長期後，全株乾物質分配型式發生重大改變，葉片、葉柄及莖桿等營養器官所佔全乾物重之比率逐漸減少，生殖器官(莢果)成爲乾物質的主要累積部位，以 R6 期（種子充實中期，亦即全株最大乾物累積時期)爲例(表1)，夏作莢果佔總乾物重之 60% 左右，春作約爲 45—50%，反之，葉片所佔全乾物重之比率大幅降低，但仍爲營養器官中之最高者，約在 17—24%之間,莖稈又次之（10—17%），葉柄與根部相當，約在5—9%之間。種子充實期間，營養器官佔全株乾重之比率大幅降低，且其乾重絕對值亦有減少，顯示可能有再轉移之情形發生，Egli *et al.*[8]報告，除了葉片之外，莖與葉柄亦能提供種子發育所需之部份養分。由試驗結果顯示夏、春二作於生殖生長期營養器官與生殖器官乾物質分配型式有很大差異，夏作乾物質分配至生殖器官之比率較高，Beuerlein and Pendleton[6]指出營養部位乾物質的過度生產不一定會降低種子產量，但是乾物質分配較佳時種子產量會增加。

引 用 文 獻

1. 曾富生、黃朋學‧1976‧大豆伸育性之育種學研究。有限型與無限型品種農藝性狀在不同栽培環境之變異。中華農學會報　新93：43—54。
2. 曾富生、李茂昇‧1976‧大豆伸育性之育種學研究 X. 有限型與無限型品種在不同栽培季節及密度下產量形成過程之差異。科學發展4（10）：5—43。
3. 盧英權‧1953‧臺灣大豆品種對栽培季節之適應性。農林學報2：99—107。
4. 盧英權‧1954‧大豆品種在臺灣對栽培季節的適應性研究（第2報）。農林學報3：19—42。
5. 盧英權、蔡國海‧1956‧大豆品種之播種期試驗。農林學報5：16—38。
6. Beuerlein, J. E. and J. W. Pendleton. 1971. Photosynthetic rate and light saturation curves of individual soybean leaves under field conditions. Crop Sci. 11 : 217-219.

7. Breveden, R. E., D. B. Egli and J. E. Leggett. 1978. Influence of N nutrition on flower and pod abortion and yield of soybeans. Agron. J. 70 : 81-84.

8. Egli, D. B., J. E. Leggett and W. G. Duncan. 1978. Influence of N stress on leaf senescence and N redistribution in soybeans. Agron. J. 70 : 43-47.

9. Fehr, W. R., C. E. Caviness and J. J. Vorst. 1977. Response of indeterminate and determinate soybean cultivars to defoliation and half-plant cut-off. Crop Sci. 17 : 913-917.

10. Fehr, W. R. and C. E. Caviness. 1977. Stages of soybean development. Special report 80, Cooperative Extension Service, Iowa State Univ.

11. Gbikpi, P. J. and P. K. Crookston. 1981a. A whole-plant indicator of soybean physiological maturity. Crop Sci. 21 : 469-473.

12. Gbikpi, P. J. and R. K. Crookston. 1981b. Effect of flowering date on accumulation of dry matter and protein in soybean seeds. Crop Sci. 21 : 652-655.

13. Hanway, J. J. and C. R. Weber. 1971a. Dry matter accumulation in eight soybean (*Glycin max* (L.) Merrill). Agron. J. 63 : 227-230.

14. Hanway, J. J. and C. R. Weber. 1971b. Dry matter accumulation in soybean (*Glycin max* (L.) Merrill) plants as influenced by N, P and K fertilization. Agron. J. 63 : 263-266.

15. Johnson, D. R. and D. J. Major. 1979. Harvest index of soybeans as affected by planting date and maturity rating. Agron. J. 72 : 538-541.

16. Lu, Y. C., K. H. Tsai and H. I. Oka. 1967. Studies on soybean breeding in Taiwan. 2. Breeding experiments with successive hybrid generations grown in different seasons. Bot. Bull. Acad. Sinica. VIII : 80-90.

17. Nelder, J. A. 1963. Quantitative genetics and growth analysis. *In* Statistical genetics and plant breeding (W. D. Hanson and F. H. Robinson ed). Natl. Acad. Sci., Natl. Res. Council, Washington, D. C.

18. Pearen, J. R. and D. J. Hume. 1981. 14-C labelled assimilate utilization by soybeans grown with three nitrogan sources. Crop Sci. 21 : 938-942.

19. Tanaka, A. 1980. Source and sink relationship in crop productions. Tech. Bull. No. 52, FFTC. Taipei .

20. Tanner, J. W. and S. Ahmed. 1974. Growth analysis of soybean treated with TIBA. Crop Sci. 14 : 371-374.

21. Tekrony, D. M., D. B. Egli and G. Henson. 1981. A visual indicator of physiological maturity in soybean plants. Agron. J. 73 : 553-556.

22. Thorne, J. H. 1979. Assimilate redistribution from soybean pod walls during seed development. Agron. J. 71 : 812-816.

The Accumulation and Distribution of Dry Matter in Soybean[1]

C. S. Wang, W. L. Tsaur and D. J. Liu[2]

Summary

Two soybean varieties, Kaohsiung No . 3 (KS-3) and Shih-Shih (SS), were grown in the summer crop of 1981 and spring crop of 1982 at the experimental farm of Taiwan Agricultural Research Institute. Dry weight of various plant parts was determined to investigate the differences of dry matter accumulation and partitioning pattern between two crop seasons and their relation to seed yield.

The vegetative organs (leaf blade, petiole, stem and root) attained maximum dry weight at R4 whereas the reproductive organ (pod) attained maximum dry weight at R7 stage. With the only exception of seed, all the other organs showed decreases in dry weight during seed-filling as a results of senescence, abscission and redistribution of dry matter. Highest total dry weight of KS-3 and SS recorded in the summer crop was 8,2 10 and 6,480kg/ha, respectively. The corresponding values in the spring crop were 6,340 and 4,130 kg/ha. Soybeans grown as a summer crop accumulated more dry matter than those grown as a spring crop.

Dry weight of all the vegetative organs was higher for the spring crop during most of the developmental period. However, seed yield in the summer crop was higher than that in the spring crop. Soybeans grown in the summer crop had a higher efficiency in partitioning dry matter to the reproductive organ than soybeans grown in the spring crop.

High dry matter production and partitioning efficiency in the summer crop and heavy rainfall and low solar radiation during seed-filling period of the spring crop were suggested as factors causing the significant yield difference between the two crop seasons.

---

1. Contribution No. 1153 from Taiwan Agricultural Research Institute. Part of a thesis submitted by the senior author in partial fulfillment of the requirement for the M. S. degree.
2. Respectively, project assistant, assistant agronomist and senior agronomist and head, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.